

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **61-217529**  
(43)Date of publication of application : **27.09.1986**

---

(51)Int.Cl. **C21D 9/52**  
**C21D 6/00**  
**C22C 38/06**

---

(21)Application number : **60-055998** (71)Applicant : **NIPPON STEEL CORP**  
(22)Date of filing : **22.03.1985** (72)Inventor : **TAKECHI HIROSHI**  
**MATSUMURA OSAMU**

---

## **(54) MANUFACTURE OF HIGH STRENGTH STEEL SHEET SUPERIOR IN DUCTILITY**

### **(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To manufacture steel sheet having superior tensile strength, ductility and secondary workability, by heat treating steel sheet having a suitable compsn. under a specific condition.

**CONSTITUTION:** Steel sheet contg. by weight 0.12W0.70%, 0.4W1.8% Si, 0.2W2.5% Mn, 0.01W0.07% Sol, Al, <0.02% T.N is heated to  $\geq$ AC3 temp. at 1W100° C/sec rate, held and annealed for  $\leq$ 3min, favorably  $\leq$ 40sec. Next, the sheet is cooled up to 350W500° C range at 1W200° C/sec rate, aging treated at the temp. for 30secW10min, thereafter cooled to 150W250° C range at  $\leq$ 50° C/sec rate, further cooled thereafter to normal temp. by arbitrary method, without being limited especially. The title sheet having composite structure composed of at least 1W50% ferrite phase and  $\geq$ 10% residual austenitic phase is obtnd.

⑨日本国特許庁 (JP) ⑩特許出願公開  
 ⑪公開特許公報 (A) 昭61-217529

⑤Int.Cl. <sup>1</sup> C 21 D 9/52 C 22 C 38/06	識別記号 101	厅内整理番号 7371-4K 7730-4K 7147-4K	⑥公開 昭和61年(1986)9月27日 審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)
--	-------------	---	---

⑦発明の名称 延性のすぐれた高強度鋼板の製造方法

⑧特 願 昭60-55998  
 ⑨出 願 昭60(1985)3月22日

⑩発明者 武智 弘 相模原市淵野辺5-10-1 新日本製鐵株式会社第二技術研究所内

⑪発明者 松村 理 相模原市淵野辺5-10-1 新日本製鐵株式会社第二技術研究所内

⑫出願人 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号

⑬代理人 弁理士 矢齊 知之 外1名

## 明細書

## (産業上の利用分野)

## 1.発明の名称

延性のすぐれた高強度鋼板の製造方法

## 2.特許請求の範囲

重量%で

C : 0.12 ~ 0.70%

Si : 0.4 ~ 1.8%

Mo : 0.2 ~ 2.5%

sol. Al : 0.01 ~ 0.02%

total N : 0.02% 以下

を含み製造工程および不可避的不純物からなる鋼板を昇温速度1~100°C/秒でA<sub>3</sub>温度以上に加热し、3分以下の焼純ののち、350~500°Cの温度まで冷却速度1~200°C/秒で冷却し、該温度まで30秒~10分時効処理し、さらに少くとも150~250°Cの温純焼までは冷却速度50°C/秒以下で冷却し、その後は任意の手段により室温まで冷却することを特徴とする延性のすぐれた高強度鋼板の製造方法。

## 3.発明の詳細な説明

本発明は延性のすぐれた高強度鋼板の製造方法に係り、とくに引張強度 90Kgf/mm<sup>2</sup>程度以上で、高強度の延性を併せ持つ高強度鋼板の製造方法に関するものである。

## (従来技術および問題点)

近年、自動車の燃費低減のための車体軽量化の要請に応えて様々な高強度鋼板が開発されている。このような公知の鋼板について、たとえば特公昭58-52402号公報にみられるごとく、ルーフ、フェンダー、ドアなど外板向けとして強度: 35~45 Kgf/mm<sup>2</sup>、伸び: 40%程度の冷延鋼板が、また特開昭59-11734号公報にみられるごとく、ホイール、メンバー類など強度部材として強度: 50~80 Kgf/mm<sup>2</sup>、伸び: 30%程度の熱延鋼板が適用されている。さらに強度50 Kgf/mm<sup>2</sup>以上でとくに伸びの良いものを要する用途には、日本特許第1073451号等で掲載されている、フェライト・マルテンサイト2相鋼 (Dual phase steel: DP鋼) を用いる場合もある。この鋼は一軸引張の際、強度の

## 特開昭61-217529 (2)

わりに低い降伏点を有すること、すなわち降伏比 (YF/TS) が 0.5 前後かそれ以下であること、また降伏伸びが無いことなどの特性を有し、専ら 50~80 kgf/mm<sup>2</sup> 程度の強度レベルで高強度化型や焼出強化型の鋼板よりすぐれた延性を示すものとしてよく知られているが、この種の鋼とても強度 80 kgf/mm<sup>2</sup> ではせいぜい伸び 15% 止りである。

ところで、最近になってユーザーからはドアガードバー、バンパーなどで強度 80 kgf/mm<sup>2</sup> 以上、伸び 20% 以上という、上述の従来鋼の感覚からすれば、さわめて厳しい要求例も見られるようになり、素材メーカーとしても従来の常識から脱した抜本的な対策を講ずる必要に迫られている。

このような高強度・高延性の得られる唯一の例として残留オーステナイトによる変態誘起塑性性 (Transformation Induced plasticity: TRIP) を利用した鋼を挙げることができる。これはもともと Zaeckas が Trans. ASME, 60(1967), 252 頁において提示したもので、この場合多量の Mn や C<sub>1</sub> を含有し、複雑な工程を要するため実用的とは言い難

易性に富んだ固溶 C の少ない固溶かつ細粒フェライト相の存在を必要とする。本発明者らは TRIP 効果をもたらす残留オーステナイト相と延性のすぐれたフェライト相とを共存させるため成分的には C, Si, Mn と共に Al の適正添加、工程的には焼純後の冷却速度、時効保持条件、その後の冷却速度の適正化が不可欠であることを知見した。

即ち、本発明者らは 10% 以上の残留オーステナイト相にもとづく変態誘起塑性により均一伸び (一軸引張における最高荷重点に達するまでの伸び) の向上と、細粒化フェライト相による局部伸び増あるいは衝撃特性向上および焼部ベーナイト相あるいはマルテンサイト相による強度確保の複合効果を合せて利用することによって高強度、高延性かつ良好な二次加工性が得られることを見出したものである。さらに、このような組織を得るためにの手段としては、既存の高純焼純設備もしくは熱処理設備を利用し、製造条件のみを特定のものに設定することによって容易に製造できること

く、単に字面上興味の対象となり得たに過ぎなかつた。その後特公昭 58-42246 号に記載の方法が提案され、これは低合金系であり工程も比較的簡単なため、実用化の範囲に近づいたと言えるが、成形の組織が残留オーステナイトやベーナイトあるいはマルテンサイトであるためプレス成形 (一次加工) 後の延性に難点があり、したがって耐衝撃特性 (二次加工性) を必要とするドアガードバーやバンパーなどの強度部材として、現実の使用に耐え得るものとはならなかつた。

## (問題点を解決するための手段)

上記の実情をおまえて本発明者らは種々の検討を行なつた結果、プレス成形品の耐衝撃特性は、成形前素材の一軸引張試験における最高荷重点以降破断に至るまでの伸び、つまり局部伸びと密接に関係し、局部伸びが大となれば、衝撃吸収エネルギーが増し、良好な耐衝撃特性が得られることを見出した。TRIP 効果は本来均一伸び (最高荷重点に至るまでの伸び) を向上させるが、局部伸びには寄与しない。局部伸びを向上させるには、延

も知見した。

## (発明の構成・作用)

本発明は以上のような知見にもとづいてなされたものであつて、その要旨は重量% で C : 0.12~0.70%, Si : 0.4~1.0%, Mn : 0.2~2.5%, Al : 0.01~0.07%, Total N : 0.02% 以下を含み残部 Fe および不可避的不純物よりなる鋼板を昇温速度 1~100 °C / 秒で 100 °C 以上に加熱し、3 分以下の焼純ののち、350~500 °C の温度域まで冷却速度 1~200 °C / 秒で冷却し該温度域で 30 秒~10 分時効処理し、さらに少くとも 150~250 °C の温度域までは冷却速度 50 °C / 秒以下で冷却し、その後は任意の手段により室温まで冷却することを特徴とする所述のすぐれた高強度鋼板の製造方法にある。

以下本発明を詳細に説明する。

まず C の下限を 0.12% としたのは、C をこれ未満とすると残留オーステナイト相が少くなるため、均一伸び向上効果が小さくなるからで、一方 C の上限を 0.70% としたのは、これを超えると、

## 特開昭61-217529 (3)

たとえ組織中に程度のフェライト相を有してもなお、二次加工性の低下は軽い難く、然も密接性の劣化も甚しく現実の使用に耐えないものとなるからである。なお強度 80 kgf/mm<sup>2</sup> クラス以上で一次加工性、二次加工性および導電性を有効にバランスさせるには、C量を 0.20~0.40% とすることが望ましい。

Si の下限を 0.4% としたのも C と同様残留オーステナイト量が少くなり、均一伸び向上効果を得難くなるからである。上限を 1.8% としたのは、これを超えて添加しても効果が飽和に近づきフェライト相自身も硬質化し、二次加工における脆化を招くだけで実質上のメリットは得られないからである。

Mn の下限を 0.2% としたのは、熱延工程における熱延脆性防止のため最低限これだけの Mn を必要とするからである。また C, Si 同様 Mn も残留オーステナイトを増す元素と言えるが、C, Si を上述の範囲に設定する場合、2.5% を超えてもオーステナイト安定化の効果はほとんど変わらず

このような成分上の制約はつぎに述べる工程上の制約と密接に関係していることは言うまでもない。以下に工程上の限定理由を詳述する。

本発明で用いる素材は通常の熱延工程を経て製造された熱延鋼板である。これらは酸洗され、冷延され、もしくはそのまま直接以下に述べる熱延歴を経ることにより、所期の目的が達成される。

まず、鋼板は 1~100 ℃/秒の昇温速度で  $Ac_1$  標度以上に加熱される。昇温速度が 100 ℃/秒を超えると、部分的に未再結晶の状態で  $Ac_1$  以上に到達するため、最終的に材質のばらつきが大きい。一方して 1/秒未満の昇温速度では時間がかかり過ぎ、生産能率に影響する。したがって昇温速度は 1~100 ℃/秒と設定する。材質のばらつきを避け最も効率良く昇温するには、 $Ac_1$  標度に至るまでを 10 ℃/秒以上、 $Ac_1$  標度以上を 1~30 ℃/秒とすることが望ましい。

均純温度を  $800$  以上とするのは、ひきつづく冷却工程と併せてフェライト相の歴經再析出をはかるもので、二次加工性向上に一層有効となる。焼

むしろフェライト相の脆化を招くので上限を 2.5% とする。

sol. Al については脱酸元素として、また AlN による最終的に細粒フェライト相を得るために 0.01~0.01% の添加を必要とする。0.01% 残留では組織化効果が無く、0.07% を超えると逆に介在物による局部伸び低下を招き、したがって脆性劣化を生じる。

total N については、Mn 点を下げる残留オーステナイトを増す意味もしくは上記 AlN による材質向上の意味で 0.02% 以下を必要とするが、0.02% を超えても効果にとくに変りはないので 0.02% 以下とする。

以上が本発明の対象とする鋼の基本成分であるが、この他 P: 0.1% 以下、Ni: 3% 以下、Cu: 0.5% 以下、Cr: 1% 以下、Ti, Nb, V, Mo をそれぞれ 0.5% 以下 B: 20PPM 以下添加することは、いずれもオーステナイトの安定化に大なり小なり寄与し、残留オーステナイト量を増加させるので、材質的にはむしろ望ましいことである。

純度が  $Ac_1$  標度であると、フェライト相の大きい粗粒組織となり、これも材質ばらつきの原因となる。 $Ac_1$  標度以上での焼純時間についてはごく短時間で十分であり、3 分を超えて保持することは成分均質化を招き、残留オーステナイトを得る意味で有効となるので 3 分以下とする。最も望ましいのは、 $Ac_1$  点以上で 40 秒以下の範囲にとどめることである。

つぎに本発明で制約した成分の場合、 $Ac_1$  標度以上から 800~500 ℃ の温度域まで 1~200 ℃/秒の冷却速度で冷却する必要がある。これは冷却途中で部分的にフェライト相を析出させ、かつバーライトの生成をできるだけ避けるためのもので、冷却速度が 200 ℃/秒を超えるとフェライト相は殆んど析出せず、1 ℃/秒未満であると、多量のバーライトが析出するため本発明の効果を発揮できない。

また  $Ac_1$  標度以上から 800~700 ℃ の温度域に至るまでを 1~30 ℃/秒、その温度域以下 300~500 ℃ の温度域に至るまでを 30~200 ℃/秒で冷

特開昭61-217529 (4)

相するという2段の冷却法も、オーステナイトを安定化する点で望ましい方法である。

350 ~ 500 °Cで時効処理する意味はいわゆるオーステンバー処理であり、この段階でペーナイト生成と同時にCがオーステナイトに富化し、これを安定化させる。この効果は350 °C未満の温度では、ペーナイト変態が遅く時間がかかり過ぎ、500 °Cを越す温度ではバーライトを生ずるため所期の伸びが得られない。したがって時効処理温度の下限を350 °C、上限を500 °Cとする。時効処理時間については、30秒未満ではペーナイト生成不十分でオーステナイトが安定化せず、また10分を超えるとペーナイト比率が増し、オーステナイトが焼けるので、30秒~10分に設定する。材質と生産性を考慮した最適時間は1~2分である。

なお、以上の説明から明らかのように350 ~ 500 °Cの温度域内で逐段的に降温もしくは降温・昇温を繰返す処理、あるいはこれらを段階的に行なうことは、焼入速度で経る時間が30秒~10分の範囲内である限り、本発明の効果を増大こそす

がくずれて所期の強度や伸び、あるいは強度-延性バランスが得られない。残留オーステナイト組が10%未満であると、均一伸び、したがって全伸びも低下する。

以下実施例により、本発明の効果をさらに具体的に説明する。

#### （実施例）

第1表に成分を示す熱延鋼板(0.2mm厚)を脱脂、冷延し、1.4mm厚としたものを用いて、第2表記載の条件で種々の供試材を作成した。なお、形状矯正のため1.0%のスキンパスを施している。これからJIS 13号B引張試験片を採取し(1方向)引張速度10mm/minで引張し、強度、全伸びおよび局部伸びを調べた。ここで全伸びの値はプレス成形、曲げ成形など成形性の評価尺度として、局部伸びの値については、これが小さいと成形後の材料が脆くなり、衝撃特性不良となることから、成形品の二次加工性の評価尺度としたものである。

第3表に見られるように本発明例である試料

れ、何ら掲うものではない。

時効処理後は、少くとも150 ~ 250 °Cの温度域まで50°C/s以下の冷却速度で冷却する必要がある。これは、オーステナイトを更に安定化すると同時にフェライト相の精錬化が一層進み均一伸び、局部伸び共更に向上するからである。50°C/sを超える冷却では、上記の効果は得られない。この後は室温まで冷却すればよく、その後、冷却手段、冷却速度等については、とくに規定の必要はない。

なお、以上の熱処理を経た鋼板に形状矯正のためスキンパス圧延を施す場合には、残留オーステナイトの効果を保存するために、1.5%以下のできるだけ軽度の圧延で行なうことが望ましい。

上記のようにして得られた鋼板は、少くとも1 ~ 50%のフェライト相と10%以上の残留オーステナイト相を含む複合組織を有するものとなる。フェライト相が1%未満では、局部伸びが小さく、20%程度を超えると、残留オーステナイトおよびペーナイト、マルテンサイト各相のバランス

No. 1 ~ 10のものは、いずれも80 kgf/mm<sup>2</sup>クラス以上の強度を有し、全伸び30%以上、局部伸び5%以上と極めて満足すべきものとなっていることが明らかである。これに対し、比較例の試料No. 11 ~ 26は強度或は全伸びもしくは局部伸びのいずれかが不十分であるため本発明の目的を達成することができない。

#### （発明の効果）

以上の実施例からも明らかごとく本発明によれば、80 kgf/mm<sup>2</sup>クラス以上の引張強度を有する上に高強度の延性、2次加工性も併せ持つ鋼板の提供が可能となり、産業上の効果は極めて顕著である。

特開昭61-217529 (5)

第 1 表

鋼	成 分 (Wt. %)					A c <sub>1</sub>	A c <sub>3</sub>
	C	Si	Mn	col. Al	Total N	(°C)	(°C)
a	0.10	1.51	0.70	0.027	0.0030	757	890
b	0.18	1.90	2.26	0.081	0.0037	763	888
c	0.37	1.55	1.12	0.018	0.0038	754	825
d	0.54	1.28	0.84	0.031	0.0045	751	801
e	0.73	1.48	0.31	0.027	0.0044	756	782
f	0.80	0.34	0.58	0.042	0.0048	726	755
g	0.48	2.98	0.67	0.038	0.0041	783	855
h	0.52	1.27	2.70	0.032	0.0038	732	746
i	0.24	1.42	0.05	0.053	0.0098	758	840

第 2 表

処理	昇温速度 (°C/秒)	焼純		冷速 (°C/秒)	温度 (°C)	時間 (分)	時効処理	時効処理後 冷速 (°C/秒) [温度域]
		温度 (°C)	時間 (分)					
A	5	810	0.5	100	400	1.5	20[400 °C → 200 °C]	
B	10	840	"	50	"	"	"[ "	]
C	"	830	0.2	100	"	"	"[ "	]
D	"	"	0.5	10 → 100 *	"	"	"[ "	]
E	"	"	2	"	400 °C × 0.5 分 + 375 °C × 1 分		10[ "	1
F	"	"	5	100	480	1	80[ 400 → 150 ]	
G	"	780	0.5	"	450	2	50[ 450 → 150 ]	
H	"	780	"	"	"	2	2[ 400 → 250 ]	
I	"	830	"	0.5	400	1.5	10[ 400 → 200 ]	
J	"	840	"	10	"	1	"[ "	]
K	"	830	"	300	"	3	"[ "	]
L	"	"	"	80	550	1	50[ 550 → 250 ]	
M	"	"	"	150	480	0.5	10[ 480 → 200 ]	
N	"	"	"	100	300	8	5[ 300 → 200 ]	
O	"	"	"	"	400	0	10[ 400 → 200 ]	
P	"	"	"	"	"	20	"[ "	]
Q	50	860	"	"	"	1.5	"[ "	]
R	100	830	"	"	"	"	"[ "	]
S	10	900	"	"	"	"	"[ "	]
T	10	840	"	"	"	"	10[ "	1

本 焼純温度～650 °Cまでを10°C/秒

650 °C～時効処理温度までを100 °C/秒で冷却したもの。

特開昭61-217529 (6)

## 第 3 表

	試験番号.	焼	処理	強度 (kgf/mm <sup>2</sup> )	全伸び (%)	局部伸び (%)
木 免 明 例	1	b	B	84.1	26.1	12.8
	2	c	B	109.0	38.4	6.5
	3	c	C	110.4	35.7	6.6
	4	c	D	110.8	37.2	9.2
	5	c	E	106.6	36.1	8.7
	6	d	A	122.7	30.8	7.4
	7	d	C	120.1	23.6	6.8
	8	i	Q	82.7	38.6	7.3
	9	c	M	110.8	24.8	5.8
	10	b	J	85.8	37.6	9.4
比 較 例	11	e	B	71.2	28.3	11.1
	12	c	F	115.2	28.1	7.2
	13	e	G	128.5	22.8	6.7
	14	f	H	119.3	9.5	2.5
	15	g	Q	125.3	31.8	1.7
	16	h	H	124.8	26.4	2.8
	17	c	I	68.8	15.5	5.2
	18	c	K	115.8	33.0	3.4
	19	e	L	114.4	20.9	4.5
	20	o	N	115.3	10.5	3.3
	21	e	O	122.3	17.9	3.9
	22	c	P	114.0	13.6	4.0
	23	d	H	111.5	22.2	7.1
	24	c	R	110.1	27.0 ~ 27.4	7 ~ 8
	25	e	S	68.8	31.8	10.4
	26	c	T	112.8	23.7	4.7